

**LUBRICATING GREASE COMPOSITION, AND ROLLER BEARING AND ROLLING DEVICE USING THIS COMPOSITION**

**Publication number:** JP2001335792

**Publication date:** 2001-12-04

**Inventor:** NAKA MICHIHARU; YOKOUCHI ATSUSHI; YATANI KOICHI; TAKAMIZAWA TORU; KURAISHI ATSUSHI; FUJITA YASUNOBU; KIMURA HIROSHI; KIMURA AKIMI; ONUKI YUJI

**Applicant:** NSK LTD; KYODO YUSHI

**Classification:**

- international: *F16C33/66; C10M105/38; C10M105/48; C10M117/02; C10M129/28; C10M129/58; C10M129/72; C10M133/06; C10M133/16; C10M137/02; C10M137/10; C10M169/04; C10N10/02; C10N10/16; C10N30/06; C10N40/02; C10N50/10; F16C33/66; C10M105/00; C10M117/00; C10M129/00; C10M133/00; C10M137/00; C10M169/00; (IPC1-7): C10M169/04; C10M105/38; C10M105/48; C10M117/02; C10M129/28; C10M129/58; C10M129/72; C10M133/06; C10M133/16; C10M137/02; C10M137/10; F16C33/66; C10N10/02; C10N10/16; C10N30/06; C10N40/02; C10N50/10*

- European:

**Application number:** JP20010080802 20010321

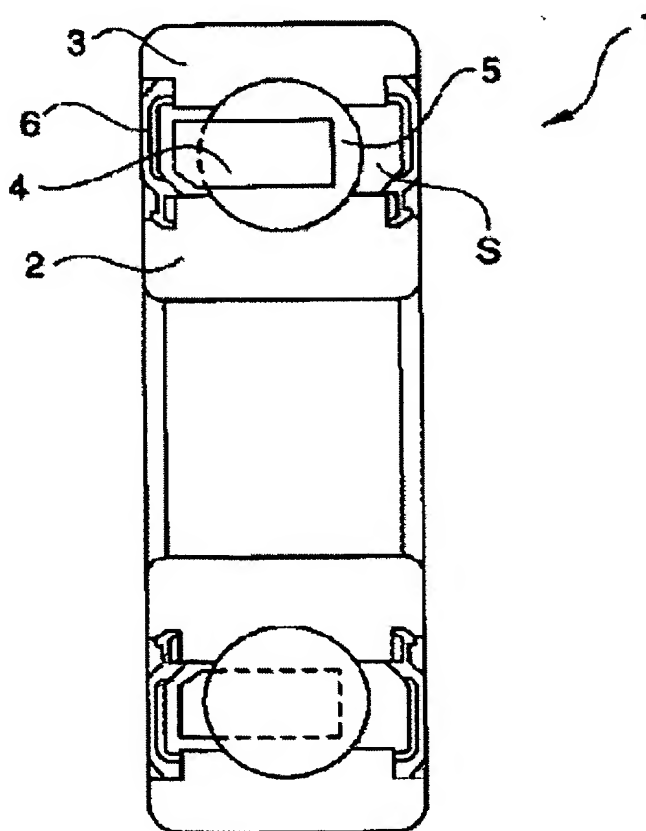
**Priority number(s):** JP20010080802 20010321; JP20000078709 20000321

Report a data error here

**Abstract of JP2001335792**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a lubricating grease composition which may impart not only a lubricating property but also an excellent fretting wear resistance and impact resistance, and to provide a roller bearing and a rolling device having an improved fretting wear resistance, impact resistance and low-torque property.

**SOLUTION:** The lubricating grease composition is prepared by adding from 0.5 to 10 wt.% at least one additive selected from an organic molybdenum compound, an organic fatty acid compound or an organic fatty acid derivative and an organophosphorus compound based on the total weight of a base grease composition comprising a synthetic oil as a base oil and a lithium soap as a thickener. The roller bearing and the rolling device are prepared by sealing this lubricating grease inside them.



5/6

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-335792

(P2001-335792A)

(43) 公開日 平成13年12月4日 (2001.12.4)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト* (参考)
C 1 0 M 169/04		C 1 0 M 169/04	3 J 1 0 1
105/38		105/38	4 H 1 0 4
105/48		105/48	
117/02		117/02	
129/28		129/28	
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-80802(P2001-80802)  
(22) 出願日 平成13年3月21日 (2001.3.21)  
(31) 優先権主張番号 特願2000-78709(P2000-78709)  
(32) 優先日 平成12年3月21日 (2000.3.21)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004204  
日本精工株式会社  
東京都品川区大崎1丁目6番3号  
(71) 出願人 000162423  
協同油脂株式会社  
東京都中央区銀座2丁目16番7号  
(72) 発明者 中 道治  
神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号  
日本精工株式会社内  
(74) 代理人 100105647  
弁理士 小栗 昌平 (外4名)

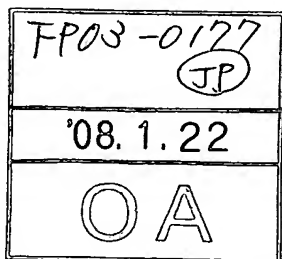
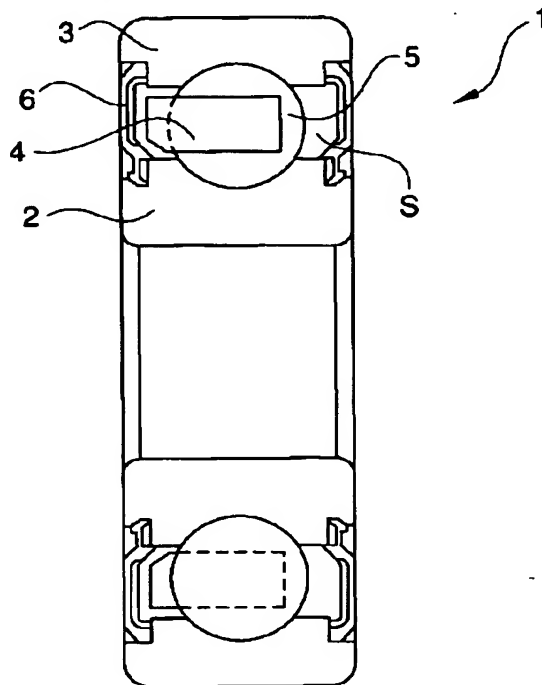
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 潤滑グリース組成物及びそれを用いた転がり軸受、転動装置

(57) 【要約】

【課題】 潤滑特性は勿論のこと、優れた耐フレッチング摩耗性、耐衝撃性を付与できる潤滑グリース組成物、並びに耐フレッチング摩耗性能、耐衝撃性、低トルク性の改善を図った転がり軸受及び転動装置を提供する。

【解決手段】 基油が合成油からなり、増ちょう剤がリチウム石けんからなる基本グリース組成物全量に対して、有機モリブデン化合物、有機脂肪酸化合物又は有機脂肪酸誘導体、有機リン化合物からなる添加剤の少なくとも1つを0.5～10wt%添加した潤滑グリース組成物、並びに前記潤滑グリースを封入してなる転がり軸受及び転動装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基油が合成油からなり、増ちょう剤がリチウム石けんからなる基本グリース組成物を有する潤滑グリース組成物において、

前記基本グリース組成物全量に対して、有機モリブデン化合物、有機脂肪酸化合物又は有機脂肪酸誘導体、有機リン化合物からなる添加剤の少なくとも1つを0.5～10wt%添加したことを特徴とする潤滑グリース組成物。

【請求項2】 前記基油が炭酸エステル油、ポリオールエステル油の少なくとも1つから選ばれ、前記増ちょう剤がステアリン酸リチウム塩であることを特徴とする請求項1に記載の潤滑グリース組成物。

【請求項3】 前記有機モリブデン化合物がモリブデンジチオフォスフェートであり、前記有機脂肪酸化合物又は有機脂肪酸誘導体がアルケニルコハク酸又はその無水物であり、前記有機リン化合物が垂リン酸エステルであることを特徴とする請求項1または2に記載の潤滑グリース組成物。

【請求項4】 前記添加剤の添加量が1.5～6.0wt%であることを特徴とする請求項1～3の何れか1項に記載の潤滑グリース組成物。

【請求項5】 内輪と外輪との間に複数の転動体を転動自在に保持し、グリース組成物を封入してなる転がり軸受において、請求項1～4の何れかに1項に記載されている潤滑グリース組成物を封入したことを特徴とする転がり軸受。

【請求項6】 外方部材と内方部材との間に転動体を配設し、転動体は外方部材の転動体への接触面である第1の接触面と、内方部材の転動体への接触面である第2の接触面とに対して転動する転動装置において、請求項1～4の何れか1項に記載されている潤滑グリース組成物を封入したことを特徴とする転動装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は潤滑グリース組成物に関し、各種モータ等の構成部品の一部であるスピンドル用軸受や、工作機械等に使用される小ストロークの揺動動作をする転動装置に封入され、潤滑特性に優れるとともに、運搬時の様に外部振動に起因する繰返し衝撃及び揺動により生じるフレッチング摩耗、また搬送時の落下トラブルにも耐える落下衝撃性、更には低トルク性を大幅に改善した潤滑グリース組成物に関する。また、本発明は上記潤滑グリース組成物を封入し、特に、耐フレッチング摩耗性能、耐衝撃性、低トルク性の改善を図った転がり軸受及び転動装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】例えばコンピュータのハードディスク、CD-R等の記録装置のスピンドルモータの玉軸受用に封入されるグリースとして、従来から種々のものが開発

されており、本出願人も先に摩擦係数が低く、音響寿命の延長を目的として、基油の50～100wt%が炭酸エステル化合物からなり、増ちょう剤がリチウム石けん等からなる潤滑グリース組成物を提案している（特開2000-26875号公報）。また、発塵（飛散）が少なく、トルクが小さく、音響特性に優れ、また長寿命化を目的として、炭酸エステル化合物と、アルカリ金属またはアルカリ土類金属の水酸化物と、炭素数10以上の高級脂肪酸又は1個以上の水酸基を有する炭素数10以上の高級ヒドロキシ脂肪酸とから合成された潤滑グリース組成物も知られている（特開2000-63874号公報）。

【0003】また、リニアガイドやボールねじ等の直接案内装置が、工作機械等に広く使用されている。これらの転動装置は、潤滑のためにグリースを充填して使用されているが、一般的なグリースは基油に高粘度油を使用しているだけで、特に防錆剤以外の添加剤は含有していないものが多い。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来の高粘度基油グリースを充填した転動装置は、ストロークの大きい往復運動の場合には満足すべき耐久性能を示すものの、ストロークの小さい往復運動、即ち揺動運動の場合にはフレッチング摩耗が生じて、転動装置の耐久性能が低下するという潜在的な問題がある。

【0005】また、ハードディスク等に用いられる転がり軸受も、搬送時における外部振動に起因する繰返し衝撃及び揺動により生じるフレッチング摩耗への耐性が同様に要求される。また、装置全体としての小型化、あるいは回転数やトルク、音響をはじめとする回転特性の向上に対する改善要求、更には落下衝撃に対する耐性も要求されるようになってきている。

【0006】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、潤滑特性は勿論のこと、優れた耐フレッチング摩耗性、耐衝撃性を付与できる潤滑グリース組成物を提供することを目的とする。また、本発明は耐フレッチング摩耗性能、耐衝撃性、低トルク性の改善を図った転がり軸受及び転動装置を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明は、基油が合成油からなり、増ちょう剤がリチウム石けんからなる基本グリース組成物を有する潤滑グリース組成物において、前記基本グリース組成物全量に対して、有機モリブデン化合物、有機脂肪酸化合物又は有機脂肪酸誘導体、有機リン化合物からなる添加剤の少なくとも1つを0.5～10wt%添加したことを特徴とする潤滑グリース組成物を提供する。

【0008】また、上記の目的を達成するために、本発明は、内輪と外輪との間に複数の転動体を転動自在に保持し、上記グリース組成物を封入したことを特徴とする

転がり軸受を提供する。

【0009】さらに、上記の目的を達成するために、本発明は、外方部材と内方部材との間に転動体を配設し、転動体は外方部材の転動体への接触面である第1の接触面と、内方部材の転動体への接触面である第2の接触面とに対して転動する転動装置において、上記潤滑グリース組成物を封入したことを特徴とする転動装置を提供する。ここで、転動装置とはリニアガイドやボールねじを示し、その外方部材とは、リニアガイドにあつてはスライダ又は案内レール、ボールねじにあつてはナットを指す。また、内方部材とは、リニアガイドにあつては案内レール又はスライダ、ボールねじにあつてはねじ軸を指す。従つて、外方部材の転動体への接触面である第1の接触面、及び内方部材の転動体への接触面である第2の接触面については、リニアガイドの場合は、スライダ又は案内レールの軌道溝が第1の接触面、案内レールの軌道溝又はスライダが第2の接触面である。また、ボールねじの場合は、ナットのねじ溝が第1の接触面、ねじ軸のねじ溝が第2の接触面である。

【0010】

【作用】本発明の潤滑グリース組成物は、その基本グリース組成物として、基油に粘度が低く、転動面や摺動面への密着性に優れた油膜が形成出来る合成油、好適には炭酸エステル油またはポリオールエステル油を用いることにより、低トルク性、耐摩耗性、耐衝撃性、耐フレッチング摩耗性を促進できる。また、増ちょう剤にリチウム石けん、好適にはステアリン酸リチウム塩を用いることにより、転動、摺動時にせん断応力を受けて柔らかくなり、転動面や摺動面での付着性に優れた潤滑膜形成を促進できる。

【0011】上記基本グリース組成物に加え、有機モリブデン化合物、有機リン化合物、有機脂肪酸化合物又は有機脂肪酸誘導体の少なくとも1つを0.5～10wt%添加することにより、耐フレッチング摩耗性を向上させることができる。さらに、HDD用軸受や転動装置に要求される低トルク性、耐衝撃性、耐摩耗性、耐圧痕性、落下トラブルによる落下衝撃性を改善もしくは付与することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明に関して図面を参照して詳細に説明する。

【0013】—グリース組成物—

(基油) 本発明の潤滑グリース組成物において、その基本グリース組成物の基油には合成油が使用される。合成油の中でも下記式(1)で表される炭酸エステル化合物が好ましい。



尚、式中、 $R^1$ 及び $R^2$ は独立して、炭素数6～30の飽和又は不飽和の、直鎖又は分岐アルキル基を表す。分岐アルキル基として好ましいものは、 $-CH_2CHR^3R^4$

で表されるものである。この式において $R^3$ は、炭素数1～7の飽和直鎖アルキル基、 $R^4$ は、炭素数4～12の飽和直鎖アルキル基を表す。特に好ましいものは、 $R^3$ と $R^4$ の炭素数の和が11～13であるものである。

【0014】また、合成油として二塩基酸と分岐アルコールとの反応から得られるジエステル油、芳香族系三塩基酸と分岐アルコールとの反応から得られる芳香族エステル油、多価アルコールと一塩基酸との反応から得られるヒンダードエステル油も好適に用いられる。

【0015】ジエステル油としては、ジオクチルアジペート(DOA)、ジイソブチルアジペート(DIBA)、ジブチルアジペート(DBA)、ジオクチルアゼレート(DOZ)、ジブチルセバケート(DBS)、ジオクチルセバケート(DOS)、メチル・アセチルリシノレート(MAR-N)等が挙げられる。

【0016】芳香族エステル油としては、トリメリット酸エステル、トリオクチルトリメリテート(TOTM)、トリデシルトリメリテート、テトラオクチルピロメリテート等が挙げられる。

【0017】ヒンダードエステル油としては、以下に示す多価アルコールと一塩基酸を適宜反応させて得られるものが挙げられる。多価アルコールに反応させる一塩基酸は単独でもいいし、複数用いても良い。更に、多価アルコールと二塩基酸・一塩基酸の混合脂肪酸とのオリゴエステルであるコンプレックスエステルとして用いても良い。

【0018】多価アルコールとしては、トリメチロールプロパン(TMP)、ペンタエリスリトール(PE)、ジペンタエリスリトール(DPE)、ネオペンチルグリコール(NPG)、2-メチル-2-プロピル-1,3-プロパン(MPPD)等が挙げられる。

【0019】一塩基酸としては、主に $C_4 \sim C_{18}$ の一価脂肪酸族が用いられる。具体的には、酢酸、吉草酸、カプロン酸、カプリル酸、エナント酸、ペラルゴン酸、カプリン酸、ウンデカン酸、ラウリル酸、ミステリン酸、パルミチン酸、牛脂肪酸、ステアリン酸、カプロレイン酸、ウンデシレン酸、リンドル酸、ツズ酸、フィゼテリン酸、ミリストレイン酸、パルミトレイン酸、ペトロセリン酸、オレイン酸、エライジン酸、アスクレピン酸、バクセン酸、ソルビン酸、リノール酸、リノレン酸、サビニン酸、リシノール酸等が挙げられる。

【0020】上記のエステル系合成油の中でも、炭酸エステル油及びポリオールエステル油が好ましい。これらは、極小ストロークの往復動作が急ピッチで繰り返されるような転動装置で耐フレッチング摩耗性が強く求められる場合や、HDDモータのスピンドル用軸受のように繰返し衝撃及び揺動、運搬時の耐衝撃性、低トルク性能等が強く求められる場合には、転動、摺動面に対して密着性が良く、油膜を速やかに形成して、良好な耐フレッチング摩耗性、耐衝撃性を付与できる。

【0021】また、これらの基油は、40℃での動粘度で15~150mm<sup>2</sup>/sであることが好ましい。40℃での動粘度が15mm<sup>2</sup>/s未満の場合には、油膜強度が低く、運搬時の外部振動によりフレッチング摩耗を生じ易い。反対に、40℃での動粘度が150mm<sup>2</sup>/sよりも高い場合には、潤滑油の動粘度が高いために回転トルクが増大する。更には、後述される添加剤の効果を併用してフレッチング摩耗をより低減させ低トルク性能向上のためには、40℃での動粘度が70mm<sup>2</sup>/s以下であることがより好ましい。

【0022】また、基油には、エーテル油やポリ $\alpha$ -オレフィン等の合成炭化水素油を用いてもよい。エーテル油としては、ジフェニル、トリフェニル、テトラフェニル等のC<sub>12</sub>~C<sub>20</sub>の(ジ)アルキル鎖が誘導されたアルキルポリフェニルエーテル油等が挙げられる。また、合成炭化水素油としては、 $\alpha$ -オレフィン、エチレンとのコオリゴマー合成油も使用できる。

【0023】(増ちょう剤)本発明に使用する増ちょう剤はリチウム石けんであり、中でもステアリン酸リチウムや12-ヒドロキシステアリン酸リチウム等が好ましく、特にステアリン酸リチウムが好ましい。このステアリン酸リチウム石けんは、転動面でせん断力を受けると柔くなり、転動体表面、軌道輪の軌道面に吸着、付着し易く、密着性に優れ、転動をあずかる転動面で潤滑膜が形成され易く、耐フレッチング性、耐摩耗性、低トルク性能向上を促進する。その添加量としてはグリーして適当なちょう度が得られる量であれば特に制限されるものではないが、基本グリース組成物全量に対し5~25wt%が好ましい。

【0024】(添加剤)

#### ①有機モリブデン化合物

有機モリブデン化合物は転動面である金属面に吸着し、反応性に富む被膜(反応膜層)を形成する好適な有機金属化合物であり、極圧添加剤として機能し、高荷重、低速下でも、耐焼付き、耐荷重性、耐摩耗を向上する目的で添加する。中でも、モリブデンジチオfosフェート(Mo-DTP)が好ましい。

【0025】同様に、有機金属化合物-反応膜層を形成する有機金属化合物として金属ジヒドロカルビルジチオfosフェート類、金属ジヒドロカルビルジチオカーバメート類、ナフテン酸塩類等があり、必要に応じてこれらを併用することもできる。

【0026】上記金属ジヒドロカルビルジチオfosフェート類は、各ヒドロカルビル基がC<sub>4</sub>~C<sub>20</sub>である金属ジヒドロカルビルジチオfosフェートで、例えばジnkジメチルジチオfosフェート、ジnkブチルイソオクチルジチオfosフェート、ジnkジ(4-メチル-2-ペンチル)ジチオfosフェート、ジnkジ(テトラプロペニルフェニル)ジチオfosフェート、ジnk(2-エチル-1-ヘキシル)ジチオfosフェー

ト、ジnk(イソオクチル)ジチオfosフェート、ジnk(エチルフェニル)ジチオfosフェート、ジnk(アミル)ジチオfosフェート、ジnkジ(ヘキシル)ジチオfosフェート、或いは金属として上記亜鉛(ジnk)の他、鉛、カドミウム、アンチモンなどのものが好ましい。

【0027】上記金属ジヒドロカルビルジチオカーバメート類は、各ヒドロカルビル基がC<sub>4</sub>~C<sub>20</sub>である金属ジヒドロカルビルジチオカーバメートで、例えばジnkジメチルジチオカーバメート、ジnkブチルイソオクチルジチオカーバメート、ジnkジ(4-メチル-2-ペンチル)ジチオカーバメート、ジnkジ(テトラプロペニルフェニル)ジチオカーバメート、ジnk(2-エチル-1-ヘキシル)ジチオカーバメート、ジnk(イソオクチル)ジチオカーバメート、ジnk(エチルフェニル)ジチオカーバメート、ジnk(アミル)ジチオカーバメート、ジnkジ(ヘキシル)ジチオカーバメート、或いは金属として上記亜鉛(ジnk)の他、鉛、カドミウム、アンチモン、ニッケル、鉄等のものが好ましい。

【0028】②有機脂肪酸化合物または有機脂肪酸誘導体

有機脂肪酸としては、オレイン酸、ナフテン酸、アビエチン酸(樹脂酸)、ラノリン脂肪酸、コハク酸、アミノ酸誘導体等を挙げることができる。コハク酸化合物としてはアルケニルコハク酸又はその無水物が好ましく、このアルケニルコハク酸は転がり軸受を用いる機器が置かれる空気中の水分、結露等の水分の影響を受ける際でも、金属材料である転動面や摺動面に良好に吸着して薄膜を形成する。また、コハク酸誘導体も同様の作用がある。尚、コハク酸誘導体としては、例えばコハク酸、アルキルコハク酸、アルキルコハク酸ハーフエステル、アルケニルコハク酸、アルケニルコハク酸ハーフエステル、コハク酸イミド等を挙げることができる。これらのコハク酸誘導体は、単独でも適宜組み合わせ使用してもよい。

【0029】③有機リン化合物

有機リン化合物としては亜リン酸エステルが好ましく、この亜リン酸エステルは極圧性、耐摩耗性に優れる反応性の薄膜を転動面や摺動面に形成する。好適な亜リン酸エステル類は、C<sub>1</sub>~C<sub>18</sub>の炭化水素類(例えば、アルキル、フェニル、ベンジル、クレジル、シンナミル、アリル)の亜リン酸エステルで、例えばトリオクチルfosファイト、トリフェニルfosファイト、トリクレジルfosファイト、ビス-2-エチルヘキシルfosファイト、トリデシルfosファイト、ジブチルハイドロジェンfosファイト、トリス(ノニルフェニル)fosファイト、ジラウリルハイドロジェンfosファイト、ジフェニルモノデシルfosファイト、トリラウリルトリチオfosファイト、ジフェニルハイドロジェンfosファイト等を挙げることができる。

10

20

30

40

50

【0030】また、正リン酸エステル類も使用できる。好適な正リン酸エステルは、C<sub>1</sub>～C<sub>18</sub>の炭化水素類（例えば、アルキル、フェニル、ベンジル、クレジル、シンナミル、アリル）の正リン酸エステルで、例えばトリフェニルフォスフェート、トリエチルフォスフェート、トリブチルフォスフェート、トリス（2-エチルヘキシル）フォスフェート、トリス（2-エチルヘキシル）フォスフェート、トリデシルフォスフェート、ジフェニルモノ（2-エチルヘキシル）フォスフェート、トリクレジルフォスフェート、トリオクチルフォスフェート、トリステアリルフォスフェート等を挙げることができる。

【0031】また、酸性リン酸エステルも使用できる。好ましい酸性リン酸エステルは、C<sub>1</sub>～C<sub>20</sub>のモノ又はジヒドロカルビルアッシドフォスフェートであり、例えばメチルアッシドフォスフェート、イソプロピルアッシドフォスフェート、ブチルアッシドフォスフェート、2-エチルヘキシルアッシドフォスフェート、イソデシルアッシドフォスフェート、トリデシルアッシドフォスフェート、ラウリルアッシドフォスフェート等を挙げることができる。

【0032】これらの有機モリブデン化合物、有機脂肪酸化合物又は誘導体、有機リン化合物の添加量は、何れも基本グリース組成物全量に対して0.5wt%～10wt%である。0.5wt%未満では転動面（金属表面）での反応膜が均一に十分に形成されず、耐フレッチング摩耗性、耐摩耗性、耐衝撃性、耐落下衝撃性が十分達成されない。特に耐フレッチング摩耗性については、後述される増加率50%以下（図5参照：縦軸値）を満すためには1.5wt%以上添加することが好ましい。上限については、10wt%を超えても耐フレッチング摩耗性が飽和することに加え、グリースの性状を変化させ、それにより初期のグリースが硬くなり回転トルクが大きくなったり、転動面のコロージョンが生じ易くなったりする。以上から、入れ過ぎることの逆効果と安定して上記性能を得る両者の点から、1.5wt%～6.0wt%が更に好ましい。

【0033】有機モリブデン化合物、有機脂肪酸化合物又は誘導体、有機リン化合物は単独使用してもよいが、併用することにより相乗効果が得られる。特に限定はしないが、配合比率としては、1:1～1:3とすることが好ましい。併用する場合、添加剤の総量として前記添加量範囲を満たす必要がある。また、これら添加剤の中では、有機リン化合物を添加することが本発明の目的を達成する上で最も好ましく、この有機リン化合物と他の添加剤との組み合わせが好ましい。

【0034】本発明の基本グリース組成物には、上記の添加剤の他に、金属表面との吸着性が高い官能基、例えば水酸基（-OH）、アミノ基（-NH<sub>2</sub>、-NH）を有するアルキル基、アルケニル基、アリル基等の親油性

基を有する炭化水素系化合物を添加してもよい。これらは転動面又は摺動面に吸着し、上記添加剤の反応性を助長する。

【0035】更に、本発明の基本グリース組成物には、例えば以下に挙げるような従来から公知の各種添加剤を選択的に添加してもよい。

【0036】（防錆剤）防錆剤としては、有機系スルホン酸金属または、エステル類が好ましい。有機系スルホン酸塩としては、例えば、ジノニルナフタレンスルホン酸及び、重質アルキルベンゼンスルホン酸等が使用され、その金属塩としてカルシウムスルフォネート、バリウムスルフォネート、ナトリウムスルフォネート等がある。また、エステル類としてソルビタン誘導体では多塩基カルボン酸及び多価アルコールの部分エステルとしてソルビタンモノラウレート、ソルビタントリステアレート、ソルビタンモノオレエート、ソルビタントリオレエート等がある。アルキル・エステル型ではポリオキシエチレンラウレート、ポリオキシエチレンオレエート、ポリオキシエチレンステアレート等がある。

【0037】これら防錆剤は、有機系スルホン酸金属塩とエステル類とを単独若しくは混合物として使用することが出来る。防錆性を向上させると共にフレッチング摩耗を抑制する事を考えると、カルシウムスルフォネート等のスルホン酸系金属塩を好適に使用できる。

【0038】（酸化防止剤）酸化防止剤としては、含窒素化合物系酸化防止剤とフェノール系酸化防止剤の単独もしくは混合物が好ましい。含窒素化合物系酸化防止剤としては、フェニル $\alpha$ ナフチルアミン、ジフェニルアミン、フェニレンジアミン、オレイルアミドアミン、フェノチアジン等がある。また、フェノール系酸化防止剤としては、p-tert-ブチルフェニルサリシレート、2,6-ジ-tert-ブチル-p-フェニルフェノール、2,2'-メチレンビス（4-メチル-6-tert-オクチルフェノール）、4,4'-ブチリデンビス-6-tert-ブチル-m-クレゾール、テトラキス〔メチレン-3-(3',5'-ジ-tert-ブチル-4'-ヒドロキシフェニル)プロピオネート〕メタン、1,3,5-トリメチル-2,4,6-トリス（3,5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシベンジル）ベンゼン、n-オクタデシル $\beta$ -(4'-ヒドロキシ-3',5'-ジ-tert-ブチルフェニル)プロピオネート、2-n-オクチル・チオール、6-ジ（4'-ヒドロキシ-3',5'-ジ-tert-ブチル）フェノキシ-1,3,5-トリアジン、4,4'-チオビス〔6-tert-ブチル-m-クレゾール〕、2-(2'-ヒドロキシ-3'-tert-ブチル-5'-メチルフェニル)-5-クロロベンゾトリアゾール等のヒンダードフェノールがある。

【0039】本発明はまた、上記グリース組成物を封入した転がり軸受及び転動装置を提供する。

【0040】-転がり軸受-

本発明において、転がり軸受の構造自体は制限されるものではなく、例えば図1に断面図として示される玉軸受1を例示することができる。この玉軸受1は、内輪2と外輪3との間に、保持器4を介して複数の転動体である玉5を転動自在に保持し、更に、内輪2と外輪3と玉5とで形成される軸受空間Sに上記グリース組成物（図示せず）を充填し、シール部材6により封止して構成されている。尚、グリース組成物の充填量は、軸受空間Sの5～20容積%が好ましい。

#### 【0041】一転動装置—

転動装置としてリニアガイドやボールねじ等を挙げることができるが、何れもその構造自体は制限されるものではなく、下記に示すものを例示できる。

#### 【0042】①リニアガイド

図2は、リニアガイドの一例を、その一部を切り欠いて示した正面図である。横断面略角型の内方部材である案内レール11の上に、外方部材である断面コ字形のスライダ12が跨架されており、両部材の間に転動体である多数個の玉13が配設されている。詳しくは、案内レール11の両側面に軸方向に長い軌道溝15が形成され、一方、スライダの構成部品のスライダの本体12Aには、内側面に前記軌道溝15に対向する軌道溝16が形成され、この軌道溝16に平行する貫通孔からなる転動体戻り路17が袖部内に形成されている。そのスライダ本体12Aの両端には、スライダの構成部品のエンドキャップ12Bがねじ18でそれぞれ取り付けられてあり、これらのエンドキャップ12Bには前記軌道溝16と転動体戻り路17とを連通させる図示されない半ドーナツ状の湾曲路が形成され、軌道溝16、転動体戻り路17、及び湾曲路からなる転動体13の循環経路が構成される。その循環経路内に多数の転動体13が装填されて脱落しないように保持されている。ここで、外方部材12の転動体13への接触面である第1の接触面は、スライダ12の内側面の軌道溝16であり、内方部材11の転動体13への接触面である第2の接触面は、案内レール11の外側面の軌道溝15である。

【0043】上記リニアガイドにおいて、内方部材である案内レール11とこれに跨架された外方部材であるスライダ12で囲まれた空間容積に、上記グリース組成物（符号10で示す）が、例えば20容積%を占める量充填される。

【0044】尚、リニアガイドとしては、図2に示したものに限らず、リニアガイドの一方の側部に第1の接触面であるスライダ12の内側面の軌道溝16及び第2の接触面である案内レール11の軌道面15がいずれも2本以上あるものや、転動体がころであるもの、或いは案

内レールの方が断面コ字型で、その内面の凹部にスライダが転動体を介して移動自在に配設されたタイプのもの等が挙げられ、同様に上記グリース組成物を充填することができる。

#### 【0045】②ボールねじ

図3はボールねじの一例を示す要部断面図であるが、らせん状のねじ溝21を外周面に有する内方部材としてのねじ軸22に、外方部材であるナット23が多数の玉からなる転動体24を介して螺合されている。ナット23はねじ軸22のねじ溝21に対応するねじ溝25を内周面に有する。転動体24は、前記両ねじ軸22の回転方向に転動しつつ、ナット23の胴部に設けられた、例えば循環駒などのようなボール循環路（図示せず）に導かれてナット23の軸方向両端部間を循環移動する。そして、ねじ軸22が回転すると、転動体24の転動を介してナット23がねじ軸22に沿い、直線方向に送られるように構成されている。ここで、外方部材23が転動体24に接触する第1の接触面はナット23のねじ溝25であり、内方部材22が転動体24とが接触する第2の接触面はねじ溝21である。

【0046】上記ボールねじにおいて、内方部材であるねじ軸22と、これに螺合された外方部材であるナット23で囲まれた空間容積に、上記グリース組成物（符号10で示す）が、例えば20容積%を占める量充填される。

【0047】尚、ボールねじとしては、図3に示したものに限らず、転動体の循環チューブを用いたチューブ循環式、あるいはエンドキャップに循環経路を設けたエンドキャップ循環式等が挙げられ、同様に上記グリース組成物を充填することができる。

【0048】上記した転がり軸受や転動装置では、封入したグリース組成物により、耐フレッチング摩耗性、低トルク性、耐衝撃性、耐摩耗性、耐圧痕性等が改善もしくは付与される。

#### 【0049】

【実施例】以下に実施例を挙げて本発明を更に説明する。

【0050】表1に示す如く、ベースグリースを調製した。ベースグリースI～IIIは本発明の基本グリース組成物として特に好ましい例であり、表2に示す各添加剤を添加する基本グリース組成物として用いた。また、表2は本発明の有機モリブテン化合物、有機脂肪酸化合物及び有機リン化合物の好適な化合物を例記するものである。

#### 【0051】

【表1】



表-1

ベースグリース	I	II	III	IV
増ちょう剤 (配合量:wt%)	① (15wt%)	① (15wt%)	① (15wt%)	② (15wt%)
基油 (残量)	A	A+B (50:50)	A	B+C (80:20)
混和ちよう度 25℃	297	297	301	250
滴点 ℃	186	182	185	192
銅板腐食 100℃,24h	合格	合格	合格	合格
蒸発量% 99℃,22h	0.35	0.32	0.33	0.3
離油度% 100℃,24h	2.6	5.4	2.8	1.2
酸化安定度・kPa 99℃,100h	20	39	30	20

増ちょう剤

①ステアリン酸リチウム塩

②12ヒドロキシステアリン酸リチウム塩

エステル系合成油

A:炭酸エステル油(18mm<sup>2</sup>/s, 40℃)B:ペンタエリスリールエステル油(133mm<sup>2</sup>/s, 40℃)C:ジオクチルセバケート油(12mm<sup>2</sup>/s, 40℃)

【0052】

【表2】

表-2

	添加剤名	添加目的:商品名
1	Mo-DTP	有機モリブデン化合物 バンダビルト社製「モリバンL」
2	アルケニルコハク酸無水物	コハク酸化合物 防錆、耐摩耗性向上 日石化学(株)製「MSP」
3	亜リン酸エステル	有機リン化合物 城北化学工業(株)製「JP260」

【0053】(実施例1)表-1に示すベースグリースIIIを用い、これに表-2に示すMo-DTP(有機モリブデン化合物)、アルケニルコハク酸無水物(コハク酸化合物)及び亜リン酸エステル(有機リン化合物)をそれぞれの添加量を変えて添加し、攪拌して試験グリースを調製した。また、比較のために、添加剤を全く含まないものを用いた。

【0054】そして、SUT-2製で焼入れ、焼戻しを施した外輪、内輪及び転動体からなるB4-50A(日本精工(株)製)に、各試験グリースを2.35mg封入し、フレッチング試験に供した。フレッチング試験は、この軸受をHDDスピンドルに組み込み、70℃で2時間エージングした後、軸方向荷重14.7Nの負荷を加え、室温で、揺動角4°、揺動周波数9Hzにて10万回の揺動を加えた。そして、この揺動を加えた後の軸方向加速度と揺動を加える前の軸方向加速度とを比較し、その増加率から耐フレッチング摩耗性を評価した。

各添加剤の添加量と軸方向加速度の増加率との関係を図

4に示す。

【0055】図示されるように、Mo-DTP、アルケニルコハク酸無水物、亜リン酸エステルとも、耐フレッチング摩耗性を示す軸方向加速度の増加率に大小関係はあるものの、合格水準の100%以下に対しては、添加量0.5wt%を超えれば、満足することを示している。また、合格水準を50%以下とする好ましい水準では添加量の下限は1.5wt%である。フレッチング寿命の観点からは、添加量が10wt%を超えても合格水準100%以下を満たしている。しかし、この3種の添加剤とも10wt%を超えて添加すると、グリースそのものの性状を変化させ、それにより初期のグリースが硬くなり、回転トルクが大きくなったり、転動面のコロージョンが生じ易くなったりする。尚、添加剤の入っていない比較例1では増加率が300%にもなっており、音響耐久が著しく悪いことを示している。これらのことから、添加剤を添加する効果と入れ過ぎることによる増加率以外の悪影響を考慮すると、添加量は1.5wt%～



6. 0wt%が最も望ましいと言える。

【0056】（実施例2）SUT-2製で焼入れ、焼戻しを施した外輪、内輪及び転動体からなるB4-50A（日本精工（株）製）に、表-3に示すグリースを2.35mg封入して試験軸受B-I、B-II、B-III及びCを作製した。また、B4-50Aの転動体を窒化ボールに代えた軸受を用い、同じく表-3に示すグリースを2.35mg封入して試験軸受A-I及びA-IIを作製した。尚、窒化ボールは、炭素0.45wt%、クロム13.05wt%、窒素0.13wt%及び残部鋼からなる転動体素材を用い、ヘッダによる冷間加工後、パ

リ取りあるいは切削加工して球体とし、次いでこれを1060℃で焼入れし、-80℃でサブゼロ処理し、160℃で焼戻しを行った後、所定の精度まで仕上げ加工を行い、その後Nv窒化プロセス（大同ほくさん（株））に処した後、仕上げラップを行って実施例1のSUT-2製鋼球と同じ表面粗さ精度に仕上げて作製したものであり、表面硬さHvが1210で、表面に鋼球径比1.4%×Daの緻密な窒化層が形成されていた。

【0057】

【表3】

表-3

試験軸受	ベースグリース	添加剤
B-I	ベースグリースⅠ	Mo-DTP (2.5wt%) + アルケニルコハク酸無水物 (1.0wt%)
B-II	ベースグリースⅡ	アルケニルコハク酸無水物 (2.5wt%)
B-III	ベースグリースⅢ	亜リン酸エステル (5.0wt%)
C	ベースグリースⅣ	なし
A-I	ベースグリースⅠ	Mo-DTP (2.5wt%) + アルケニルコハク酸無水物 (1.0wt%)
A-II	ベースグリースⅡ	アルケニルコハク酸無水物 (2.5wt%)

【0058】次いで、各試験軸受に、実施例1と同様の条件にて揺動を加えた。そして、この揺動を加えた後のG値と揺動を加える前のG値とを比較し、その上昇度合から耐フレッチング摩耗性を評価した。結果を図5に示すが、本発明に従い、有機モリブデン化合物、有機脂肪酸化合物及び有機リン化合物の少なくとも1種を含有するグリースを用いることにより、揺動によるG値の上昇も少なく、このことから耐フレッチング摩耗性の向上に有効であることがわかる。また、試験軸受B-IとA-I、B-IIとA-Iとの比較から、同じグリースを用いても、転動体を窒化ボールに代えることにより、更にG値の上昇が抑えられていることから、本発明の潤滑グリース組成物を窒化処理が施された軸受に封止することにより、より耐フレッチング摩耗性に優れた軸受が得られると言える。

【0059】（実施例3）また実施例2に関連して、試

表-4

試験軸受	グリース	内輪溝径比／ 外輪溝径比	軸受単体 隙間	初期軸受 接触角
D	ベースグリースⅢ +Mo-DTP (5wt%)	51.5/55.0%	8~13μm	17.13°
E	ベースグリースⅣ			

【0062】そして、図7に示すように、B4-50A I DS（NSK名番）31.31を2個組込んだHDD

試験軸受B-I、B-II、B-III及びCを用い、回転トルクを測定した。結果は図6に示す通りであるが、本発明の基本グリース組成物を封入した軸受B-I、B-II、B-IIIでは、回転5分後の回転トルクの低下が著しく、これは有機モリブデン化合物、有機脂肪酸化合物及び有機リン化合物の作用により増ちょう剤の吸着効果が向上する結果であると推察される。

【0060】（実施例4）表-4に示すように、表-1のベースグリースⅢにMo-DTPを5wt%添加したグリースと、表-1のベースグリースⅣのみからなるグリースとを用い、それぞれをB4-50A I DS（日本精工製）に2.35mg封入して試験軸受D及び試験軸受Eを作製した。尚、軸受の使用は表-4に示す通りである。

【0061】

【表4】

スピンドル32をラム33上に固定し、種々の高さHから案内スライド34で案内しつつ落下させ、ラム33の

下面に取付けたスチール製の衝突部材35とボルスタ36に取付けたプラスチック製の受部材37との衝突時の衝撃をスピンドル32の上端部に取付けた加速度計38で測定した。尚、スピンドル32の軸受31、31にはアキシャル剛性(877kgf)8595Nとなる予圧を付して落下させている。

【0063】図8は試験の結果得られた、落下衝撃前後のG値の上昇値に対するその時の加速度との関係を示すグラフであるが、本発明の基本グリースを封入した試験軸受Dの方がより大きな落下衝撃加速度に耐え、落下衝撃性に優れることを示している。このことは、Mo-DTPによる表面の薄膜効果により耐衝撃性が増したことによるものと推察される。

【0064】また、同一のベースグリースに亜リン酸エステルを5.0wt%添加したグリース、並びにアルケ

ニルコハク酸無水物を2.5wt%添加したグリースを用いて同様の試験を行った結果、試験軸受Dとほぼ同様な結果が得られた。

【0065】(実施例5)以下に、本発明の転動装置の効果を確認するために、リニアガイドを用いて揺動耐久試験を行った。

【0066】先ず、表5に示した本発明の転動装置に封入するグリースとして好ましい例である基本グリース組成物に、表6に示すように、モリブデンジチオホスフェート、アルケニルコハク酸無水物、亜リン酸エステルの各添加剤を0~15wt%添加して各種グリース組成物を調製した。

【0067】

【表5】

ベースグリース	V	VI	VII	VIII
増ちょう剤 (配合量:wt%)	① (15wt%)	① (15wt%)	① (20wt%)	① (15wt%)
基油 (残量)	A	A+B (50:50)	A	B+C (80:20)
基油動粘度 mm <sup>2</sup> /s, 40°C	18	38	18	26
混和ちよう度 25°C	297	287	261	250
滴点 °C	186	182	185	192

増ちょう剤

①ステアリン酸リチウム塩

②12ヒドロキシステアリン酸リチウム塩

エステル系合成油

A:炭酸エステル油(18mm<sup>2</sup>/s, 40°C)

B:ペンタエリスリールエステル油(133mm<sup>2</sup>/s, 40°C)

C:ジオクチルセバケート油(12mm<sup>2</sup>/s, 40°C)

【0068】

【表6】

表-6

ベースグリース	V			VI			VII			VIII		
添加剤 (wt%)	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
0.2	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
0.5	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
1.0	△	△	△	△	△	○	△	△	△	△	△	△
1.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
15.0	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△

ベースグリース	VI			
添加剤 (wt%)	A+B+C	A+B	A+C	B+C
0	×	×	×	×
0.2	—	—	—	—
0.5	—	—	—	—
1.0	—	△	△	△
1.5	○	—	—	—
3.0	○	○	○	○
6.0	○	—	—	—
10.0	—	○	○	○
15.0	△	—	—	—

A: モリブデンジチオフォスフェート

B: アルケニルコハク酸無水物

C: 亜リン酸エステル

添加剤混合品の各添加剤の配合比率は1:1、または1:1:1

【0069】そして、試験用リニアガイドとして、呼び番号LH250535のものを使用し、グリース組成物を充填して図9に示す揺動耐久試験装置を用いて試験を実施した。図示される試験装置において、テーブル上に同一仕様の試験用リニアガイドを2式平行に取り付け、両スライダを固定板28で固定してある。固定板28は、両試験用リニアガイド間に取り付けたボールねじ26のナットに固定してあり、このボールねじ26をサー

ボモータ27で揺動回転させることで、スライダ12が揺動運動する構造となっている。試験条件は、周波数10Hz、揺動ストローク5mm、面圧1.7GPa、揺動繰返し数 $1 \times 10^7$ 回である。

【0070】試験の判定は、試験終了後の試験用リニアガイドを分解し、案内レール11の軌道面（第2の接触面）を観察して次の基準で行った。結果を表6に併記する。

軌道面にほとんど損傷がない

: ○ 合格

軌道面に走行跡が発生している

: △ 合格

軌道面にフレッチング摩耗性が発生している

: × 不合格

【0071】表6に示すように、添加剤量が0.5wt%以上であるグリース組成物を封入した試験用リニアガイドは、何れも摩耗は認められず、合格であった。添加剤量が0.5wt%より少ないグリース組成物を封入した試験用リニアガイドは、十分な効果が得られず、フレッチング摩耗が生じた。また、添加剤量が10wt%より多いグリース組成物では、グリース組成物そのものの性状が変化して硬くなり、トルクが大きくなったり、転動面のコロージョンが生じやすくなって走行跡が生じた。

【0072】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、潤滑特性は勿論のこと、優れた耐フレッチング摩耗性、耐衝撃性を付与できる潤滑グリース組成物が得られる。また、この潤滑グリースを封入することにより、耐フレッチング摩耗性能、耐衝撃性、低トルク性が改善された転がり軸受及び転動装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の転がり軸受の一例を示す要部断面図である。

【図2】本発明の転動装置の第1の例であるリニアガイドの一部を切り欠いて示す正面図である。

【図3】本発明の転動装置の第2の例であるボールねじを示す要部断面図である。

【図4】実施例1において求められた、添加剤の添加量と軸方向加速度の増加率との関係を示すグラフである。

【図5】実施例2において求められた、封入グリースの種類と軸受単体のG値の上昇度合との関係を示すグラフである。

【図6】実施例3において求められた、封入グリースの種類と回転トルクとの関係を示すグラフである。

【図7】実施例4において落下衝撃試験に用いられた測定装置の構成図である。

【図8】実施例4において求められた、封入グリースの

種類と軸受単体のG値の上昇度合との関係を示すグラフである。

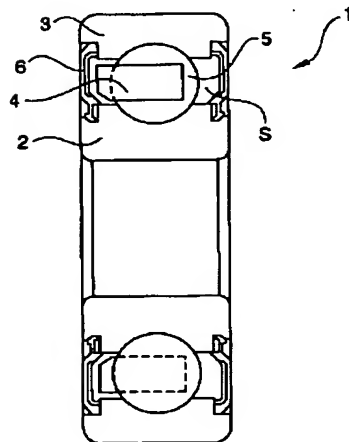
【図9】実施例5において揺動耐久試験に用いられた試験装置の概略図である。

【符号の説明】

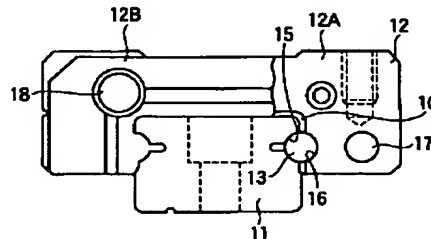
- 1 玉軸受
- 2 内輪
- 3 外輪
- 4 保持器
- 5 玉
- 6 シール部材
- 10 グリース
- 11 内方部材（案内レール）

- 12 外方部材（スライダ）
- 12A スライダ本体
- 12B エンドキャップ
- 13 転動体
- 15 第2の接触面（案内レールの軌道溝）
- 16 第1の接触面（スライダの軌道溝）
- 17 転動体戻り路
- 18 ねじ
- 21 ねじ溝
- 22 ねじ軸
- 23 ナット
- 24 転動体
- 25 ねじ溝

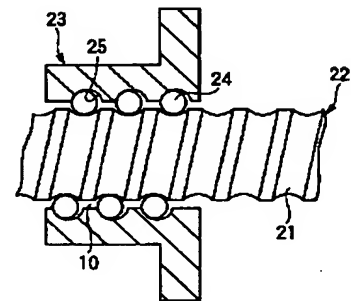
【図1】



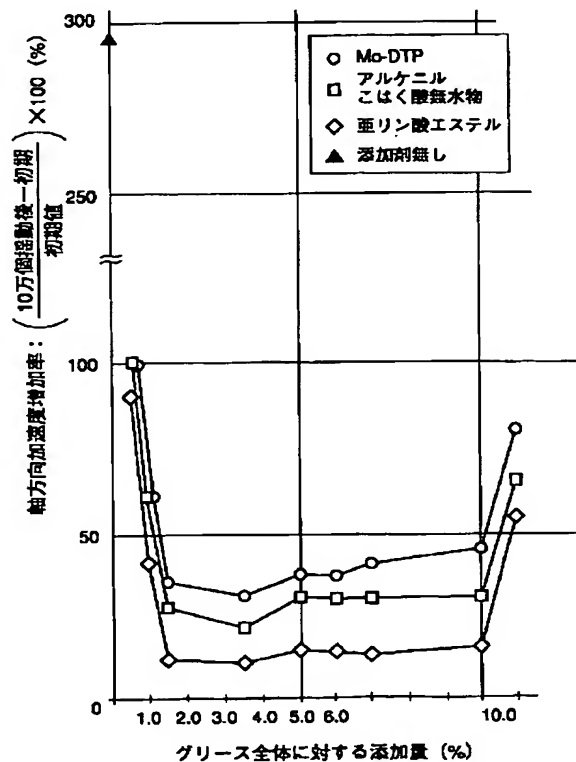
【図2】



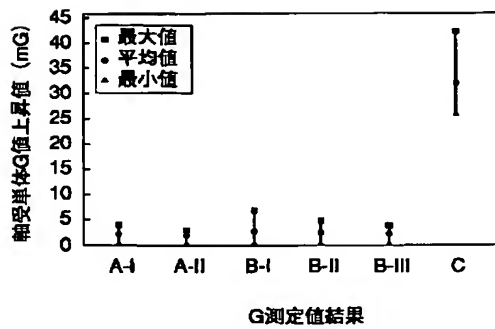
【図3】



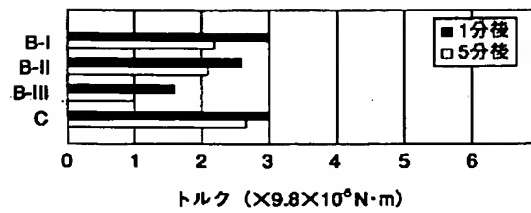
【図4】



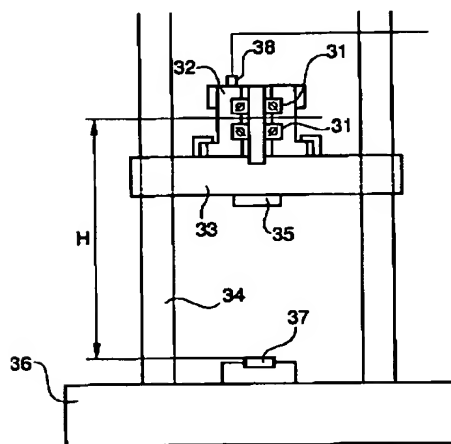
【図5】



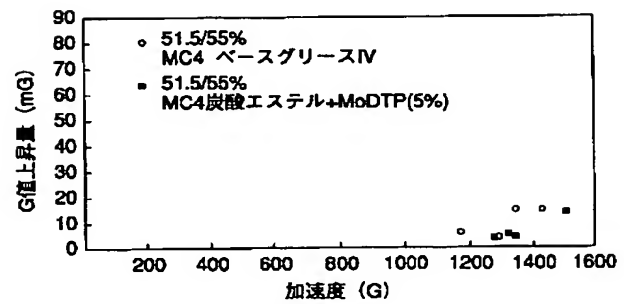
【図6】



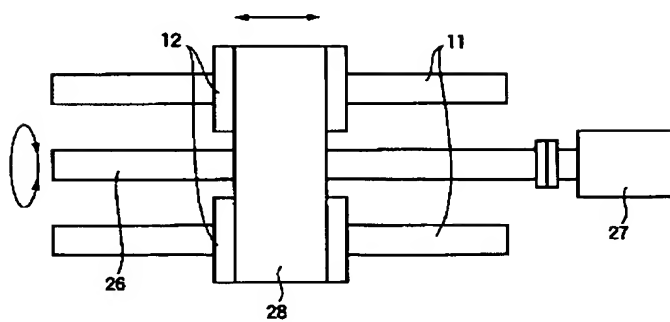
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

C 1 0 M 129/58  
129/72  
133/06  
133/16

識別記号

F I

C 1 0 M 129/58  
129/72  
133/06  
133/16

テマコード (参考)

137/02  
137/10  
F 1 6 C 33/66  
// C 1 0 N 10:02  
10:16  
30:06  
40:02  
50:10

- (72) 発明者 横内 敦  
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号  
日本精工株式会社内
- (72) 発明者 八谷 耕一  
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号  
日本精工株式会社内
- (72) 発明者 高見沢 徹  
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号  
日本精工株式会社内
- (72) 発明者 倉石 淳  
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号  
日本精工株式会社内
- (72) 発明者 藤田 安伸  
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号  
日本精工株式会社内

137/02  
137/10  
F 1 6 C 33/66  
C 1 0 N 10:02  
10:16  
30:06  
40:02  
50:10

A  
Z

- 10 (72) 発明者 木村 浩  
神奈川県藤沢市辻堂神台1-4-1 協同  
油脂株式会社辻堂工場内
- (72) 発明者 木村 晶美  
神奈川県藤沢市辻堂神台1-4-1 協同  
油脂株式会社辻堂工場内
- (72) 発明者 大貫 裕次  
神奈川県藤沢市辻堂神台1-4-1 協同  
油脂株式会社辻堂工場内
- F ターム(参考) 3J101 AA02 AA32 AA42 AA52 AA62  
BA77 CA40 EA63 FA32 FA35  
GA53  
4H104 BB16C BB17B BB18C BB26C  
BB33C BB34A BB37A BC06C  
BC09C BE02C BE11C BF03C  
BH02C BH03C BH07C FA01  
FA06 LA03 PA01 QA18